

(11)Publication number : 2001-148678  
(43)Date of publication of application : 29.05.2001

(72)Inventor : FUJITA CHIHIRO

10C : ~ 8008 [pattern] - 1% [bit]  
 2 [bit] ~ 10 [carrier] - 20 [bit/byte]  
 1% ~ 20 ~ 82 [bit/byte]

シンキヤリア組合セガ (00000000)

<http://www19.ipdl.ncipi.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAA5aa48EDA413148678...> 2005/06/24

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-148678

(P2001-148678A)

(43) 公開日 平成13年5月29日 (2001.5.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マコ-ト\* (参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 K 0 2 2

13/00

13/00

A

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平11-329288

(22) 出願日

平成11年11月19日 (1999. 11. 19)

(71) 出願人 395022546

株式会社ワイ・アール・ピー移動通信基盤  
技術研究所

神奈川県横須賀市光の丘3番4号

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(74) 上記1名の代理人 100102635

弁理士 浅見 保男 (外3名)

(72) 発明者 藤田 千裕

神奈川県横須賀市光の丘3番4号 株式会  
社ワイ・アール・ピー移動通信基盤技術研  
究所内

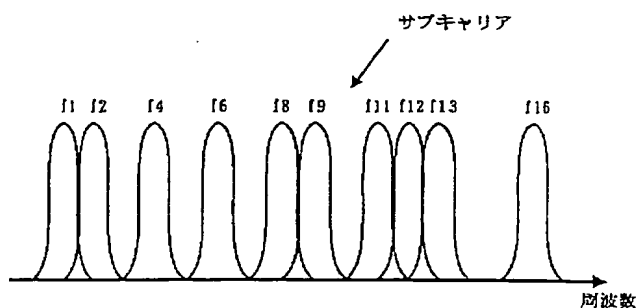
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチキャリア通信装置

(57) 【要約】

【課題】 サブキャリア数を抑えることができるように  
する。

【解決手段】 16本のサブキャリア  $f_1 \sim f_{16}$  のう  
ちの10本のサブキャリアの組合せパターンに第1の情  
報を乗せ、更に10本のサブキャリア自体に第2の情報  
により位相変調等を加える。これにより、サブキャリア  
数を抑えるようにしても、同等の伝送速度を得ることが  
できる。この場合、サブキャリア数を抑えることができ  
ることから、最大対平均電力比 (PAPR) を向上する  
ことができると共に、通信路や受信機の非線形性の影響  
による劣化を抑えることができる。



$${}_{16}C_{10} = 8008 \text{ [pattern]} = 12 \text{ [bit]}$$

$$2 \text{ [bit]} \times 10 \text{ [carrier]} = 20 \text{ [bit/burst]}$$

$$12 + 20 = 32 \text{ [bit/burst]}$$

サブキャリア組合せ方式 (QPSK変調)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のサブキャリアを用いて通信を行うマルチキャリア通信装置であって、前記複数のサブキャリアのうちの1つ以上のサブキャリアからなる組合せのパターンを、送信情報に対応させて選択し、該選択された組合せのパターンにおけるサブキャリアを出力する送信信号生成手段と、該送信信号生成手段から出力される1つ以上のサブキャリアを時間軸上の信号に変換して送信する送信手段と、を備えるようにしたことを特徴とするマルチキャリア通信装置。

【請求項2】 前記送信信号生成手段において、1つ以上のサブキャリアの組合せのパターンが、第1の送信情報に対応させて選択されると共に、前記選択された組合せのパターンにおけるサブキャリアを、それぞれ第2の送信情報で変調するようにしたことを特徴とする請求項1記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項3】 重要度に応じて送信する情報を、前記第1の送信情報あるいは前記第2の送信情報に振り分けるようにしたことを特徴とする請求項2記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項4】 送信する情報の種類若しくは伝搬環境に応じて、組合せのパターンに使用するサブキャリアの数を変更することにより、伝送速度を変更する伝送速度変更手段と、該伝送速度変更手段において設定されている伝送速度の情報を送信する伝送速度情報送出手段とをさらに備えるようにしたことを特徴とする請求項1記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項5】 前記送信信号生成手段から出力される1つ以上のサブキャリアを、拡散符号によりそれぞれ拡散する拡散手段をさらに備え、前記送信手段が、前記拡散手段から出力される拡散された1つ以上のサブキャリアを時間軸上の信号に変換して送信するようにしたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項6】 複数のサブキャリアを用いて通信を行うマルチキャリア通信装置であって、受信された信号を、周波数軸上の信号に変換して1つ以上のサブキャリアを出力する変換手段と、該変換手段から出力される前記1つ以上のサブキャリアからなる組合せのパターンを検出して、検出されたパターンに対応する情報信号を復調信号として出力する情報信号復調手段と、を備えるようにしたことを特徴とするマルチキャリア通信装置。

【請求項7】 前記情報信号復調手段において、検出された1つ以上のサブキャリアからなる組合せのパターンに基づいて第1の情報信号を復調すると共に、前記変換手段から出力される1つ以上のサブキャリアを、それぞれ復調することにより第2の情報信号を復調するように

したことを特徴とする請求項6記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項8】 受信された伝送速度の情報から使用されているサブキャリアの数を設定する設定手段をさらに備え、前記情報信号復調手段が、前記設定手段で設定されたサブキャリアの数からなる組合せのパターンを検出して、前記第1の情報信号を復調するようにしたことを特徴とする請求項7記載のマルチキャリア通信装置。

【請求項9】 前記変換手段から出力される拡散されている1つ以上のサブキャリアを拡散符号によりそれぞれ逆拡散して出力する逆拡散手段をさらに備え、前記情報信号復調手段が、前記逆拡散手段から出力される1つ以上のサブキャリアから情報信号を復調するようにしたことを特徴とする請求項6ないし8のいずれかに記載のマルチキャリア通信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数のサブキャリアを用いて通信を行うマルチキャリア通信装置に関し、特に移動通信に適用して好適なマルチキャリア通信装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、移動通信の分野においても、音声、テキスト、画像等の様々な種類のデータを統合して送受信するマルチメディア通信の要求が高まっており、そのためにデータの高速伝送が必要とされている。しかしながら移動通信では、マルチパス波により周波数選択性フェージングが発生し、高速データ伝送では特に大きな影響を受けることが知られている。この対策の一つに複数のサブキャリアを用いて伝送するマルチキャリア通信方式があり、その代表的な方式である直交周波数多重(Orthogonal Frequency Division Multiplex: OFDM)方式は、放送や移動体通信システムとして盛んに研究が行われている。従来のOFDM方式において、互いに直交する16本のサブキャリア $f_1 \sim f_{16}$ を用いた場合のスペクトルを図7に示す。このOFDM方式においては、それぞれのサブキャリア $f_1 \sim f_{16}$ にQPSK変調等を施すことにより送信すべき情報を伝送している。

【0003】一方、マルチキャリア通信方式に符号分割多元接続(Code Division Multiple Access: CDMA)を組み合わせたマルチキャリアCDMA (Multi-Carrier CDMA: MC-CDMA)方式が近年注目を浴びている。MC-CDMA方式はその特徴から、サブキャリアに拡散符号のチップを割り当てて周波数軸上でCDMAを行うもの、通常の直接拡散CDMA (Direct Sequence CDMA: DS-SS-CDMA)方式と同様に時間軸上で信号を拡散してCDMAを行うものに大別される。従来のMC-CDMA方式において、8本のサブキャリア $f_1 \sim f_8$ を用いた場合のスペクトルを図8に示す。このM

C-CDMA方式においては、それぞれのサブキャリア「1」～「8」にBPSK変調あるいはQPSK変調を施し、その後ユーザ毎に割り当てられた互いに直交する拡散符号#1～#3を用いてそれぞれのサブキャリア「1」～「8」を拡散するようにして、送信すべき情報を伝送するようにしている。また、組合せのパターンに情報を乗せる通信方式として、拡散符号の組合せを用いる並列組合せスペクトル拡散通信方式が報告されている。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】OFDM通信方式は、前述したように遅延波に強く、周波数選択性フェージングへの耐性を有する方式であるが、複数のサブキャリアを直交配置しているため、その直交性が伝搬路や受信機の非線形性によって崩れると、その特性が大きく劣化するようになる。特に、伝送速度を上げるためにサブキャリア本数を多くすると最大対平均電力比(Peak to Average Power Ratio: PAPR)が大きくなり、非線形な伝搬路や受信機の影響を更に受けやすくなるという問題点があった。

【0005】また、スペクトル拡散通信において、複数の拡散符号の組合せパターンにより情報を伝送する並列組合せスペクトル拡散通信方式が報告されている(電子情報通信学会論文誌 B-II Vol. J74-B-II No. 5 pp. 207-214 1991年5月)。このような、拡散符号の組合せでは、拡散符号自身への位相変調はBPSK若しくはQPSKを超える位相変調を行うことができないという問題点を生じる。それは、QPSK以上の8PSKや16QAM等の多値変調を行うと、拡散符号間の直交性を保つことができなくなり、その相互相関により性能の劣化が著しくなるからである。一方、マルチキャリアCDMA方式の代表的な手法である、各サブキャリアのスペクトルを拡散させて直交配置を行う方式では、移動通信に適用した際に基地局から送信する下りリンクでは拡散符号を同期して送信することができるが、移動局は個別のタイミングで送信しているため上りリンクにおける移動局の拡散符号同士を同期させることが困難となる。このため、マルチキャリアCDMA方式は通常のDS-CDMA方式と同様に、拡散符号間の相互相関による他局間干渉が生じるという問題点がある。

【0006】さらに、マルチメディア通信や適応変調では、複数の伝送速度で伝送するため、同一の通信装置で複数の伝送速度を実現する必要がある。複数の伝送速度を実現する従来の方法として、例えば位相変調の変調数を可変にする場合は、各伝送速度に対応する変調器を用意するため、通信装置が複雑となるという問題があった。さらにまた、情報には重要度の違いが存在しているが、通信装置を複雑化することなく重要度の違いによる効率的な伝送を行うことが困難であった。

【0007】そこで、本発明は上記した問題に鑑みて、

サブキャリア数を抑えることのできるマルチキャリア通信装置を提供することを目的としている。さらに、本発明は、簡易な構成で可変伝送速度とすることのできるマルチキャリア通信装置を提供することを目的としている。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のマルチキャリア通信装置における送信機は、複数のサブキャリアを用いて通信を行うマルチキャリア通信装置であって、前記複数のサブキャリアのうちの1つ以上のサブキャリアからなる組合せのパターンを、送信情報に対応させて選択し、該選択された組合せのパターンにおけるサブキャリアを出力する送信信号生成手段と、該送信信号生成手段から出力される1つ以上のサブキャリアを時間軸上の信号に変換して送信する送信手段とを備えるようにしている。また、上記本発明のマルチキャリア通信装置における送信機において、前記送信信号生成手段において、1つ以上のサブキャリアの組合せのパターンが、第1の送信情報に対応させて選択されると共に、前記選択された組合せのパターンにおけるサブキャリアを、それぞれ第2の送信情報で変調するようにしてもよい。

【0009】さらに、上記本発明のマルチキャリア通信装置における送信機において、重要度に応じて送信する情報を、前記第1の送信情報あるいは前記第2の送信情報に振り分けるようにしてもよい。さらにまた、上記本発明のマルチキャリア通信装置における送信機において、送信する情報の種類若しくは伝搬環境に応じて、組合せのパターンに使用するサブキャリアの数を変更することにより、伝送速度を変更する伝送速度変更手段と、該伝送速度変更手段において設定されている伝送速度の情報を送信する伝送速度情報送出手段とをさらに備えるようにしてもよい。さらにまた、上記本発明のマルチキャリア通信装置における送信機において、前記送信信号生成手段から出力される1つ以上のサブキャリアを、拡散符号によりそれぞれ拡散する拡散手段をさらに備え、前記送信手段が、前記拡散手段から出力される拡散された1つ以上のサブキャリアを時間軸上の信号に変換して送信することにより、マルチキャリアCDMA方式に対応させるようにしてもよい。

【0010】上記目的を達成することのできる本発明のマルチキャリア通信装置における受信機は、複数のサブキャリアを用いて通信を行うマルチキャリア通信装置であって、受信された信号を、周波数軸上の信号に変換して1つ以上のサブキャリアを出力する変換手段と、該変換手段から出力される前記1つ以上のサブキャリアからなる組合せのパターンを検出して、検出されたパターンに対応する情報信号を復調信号として出力する情報信号復調手段とを備えるようにしている。また、上記本発明の受信装置に関するマルチキャリア通信装置において、

前記情報信号復調手段において、検出された1つ以上のサブキャリアからなる組合せのパターンに基づいて第1の情報信号を復調すると共に、前記変換手段から出力される1つ以上のサブキャリアを、それぞれ復調することにより第2の情報信号を復調するようにしてもよい。

【0011】さらに、上記本発明のマルチキャリア通信装置における受信機において、受信された伝送速度の情報から使用されているサブキャリアの数を設定する設定手段をさらに備え、前記情報信号復調手段が、前記設定手段で設定されたサブキャリアの数からなる組合せのパターンを検出して、前記第1の情報信号を復調するようにしてもよい。さらにまた、上記本発明のマルチキャリア通信装置における受信機において、前記変換手段から出力される拡散されている1つ以上のサブキャリアを拡散符号によりそれぞれ逆拡散して出力する逆拡散手段をさらに備え、前記情報信号復調手段が、前記逆拡散手段から出力される1つ以上のサブキャリアから情報信号を復調することにより、マルチキャリアCDMA方式に対応させるようにしてもよい。

【0012】このような本発明によれば、サブキャリアの組合せのパターンにより送信情報を伝送するようにしたので、サブキャリア数を抑えることのできるマルチキャリア通信装置とすることができる。そして、サブキャリア数を抑えることができることから、最大対平均電力比(PAPR)を向上することができると共に、通信路や受信機の非線形性の影響による劣化を抑えることができる。さらに、使用するサブキャリア数を少なくするほど1ビット当たりのエネルギーが少なくてすむため、1ビット当たりのエネルギーに対するビット誤り率特性を向上することができる。

【0013】また、サブキャリアの組合せのパターンで第1の送信情報を伝送できると共に、そのサブキャリアを振幅変調、位相変調等で変調することにより第2の送信情報を伝送することができるため、サブキャリア数を抑えるようにしても伝送速度を向上することができる。この場合、サブキャリアの組合せのパターンによる符号化と、サブキャリアを変調することによる符号化とは独立して行えるため、それぞれに異なる誤り率特性を設定することが可能となる。これにより、送信情報の重要度に応じて第1の送信情報あるいは第2の送信情報に送信情報を振り分けて、それぞれ異なる符号化を行えるようになる。さらに、サブキャリアを直交配置するようにすると、第2の送信情報によりサブキャリアをQPSK以上の8PSKや16QAM等の多値変調を行っても伝送特性が劣化せず、より伝送速度を向上することができる。

【0014】さらに、送信する情報の種類若しくは伝搬環境に応じて、サブキャリアの組合せのパターンに使用するサブキャリアの数を変更することにより、サブキャリアの組合せのパターン数が変更されるため、伝送速度

を変換することができるようになる。さらに、使用しないサブキャリアは送信情報で変調されないため、これによっても伝送速度が変更される。このような伝送速度を変換する構成は、変調器を変更する必要がないため、簡易な構成とすることができる。このため、マルチキャリア通信装置の構成を簡易化することができる。さらにまた、マルチキャリアCDMA方式に対応させた本発明によれば、拡散されたサブキャリア数を抑えることができることから、符号間の相互相関による他局間干渉を軽減することができるようになる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明のマルチキャリア通信装置をOFDM方式に適用した第1の実施の形態について添付した図1～図4を参照して説明する。図1(a)に、本発明の第1の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置の送信機の構成を示し、図1(b)に、本発明の第1の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置の受信機の構成を示す。図1(a)に示す送信機において、供給された情報信号101は“0”、“1”の1ビットの情報列とされている。本発明のマルチキャリア通信装置で送信される1バースト分の情報信号をnビットとすると、情報信号101は1バースト分の情報信号であるnビット毎に、シリアル/パラレル変換部102で並列に変換され、nビットのパラレル信号が送信信号生成部103に供給される。送信信号生成部103において、nビットのパラレル信号は1つ以上のサブキャリアからなる組合せパターンに用いられるmビットの情報と、サブキャリア自体を変調するkビットの情報とに振り分けられる。

【0016】送信信号生成部103では、組合せパターンに用いられるmビットの情報に基づいて1つ以上のサブキャリアからなる組合せパターンが決定されて、決定された組合せパターンにおけるサブキャリアの組合せ情報が出力される。このサブキャリアの組合せ情報は、定められた本数のサブキャリアの内の使用するサブキャリアの本数と、いずれの周波数のサブキャリアを使用するかの情報からなっている。また、OFDM方式とされていることから図1(a)に示す例ではサブキャリアは互いに直交する周波数とされている。ただし、本発明のマルチキャリア通信装置においては、サブキャリアの周波数は互いに直交していなくともよい。次いで、決定された組合せパターンにおけるサブキャリアの各々のサブキャリアに対してサブキャリア自体が変調される。使用される全てのサブキャリアを変調する総ビット数がkビットとなる。各々のサブキャリアを変調する変調方式を例えばBPSK変調とすると、サブキャリア自体を変調する情報ビット数は使用するサブキャリア数と同数となり、例えばQPSK変調とすると、サブキャリア自体を変調する情報ビット数は使用するサブキャリア数の2倍となる。以上の手順により、送信信号生成部103にお

いて、 $n$ ビットの情報信号1 0 1は、使用するサブキャリアとその振幅および位相情報に変調されて、送信信号生成部1 0 3からは、複数のサブキャリアの振幅情報とその位相情報とが出力されるようになる。

【0 0 1 7】送信信号生成部1 0 3から出力された複数のサブキャリアの振幅情報とその位相情報とは、逆高速フーリエ変換部(IFFT)1 0 4において時間軸上の信号に変換され、さらにパラレル/シリアル変換部1 0 5においてシリアル信号に変換される。これによりマルチキャリアのベースバンド信号が生成される。このベースバンド信号は、RF部1 0 6において高周波の搬送周波数信号に乘せられて送信信号1 0 7となる。この送信信号1 0 7のスペクトルは、例えば図4に示すようになる。この送信信号1 0 7における1つ以上のサブキャリアからなる組み合わせパターンは、入力される情報信号1 0 1によって変化するようになる。なお、図1(a)に示す送信機のブロック図においては簡略化のため、通常のマルチキャリア送信機で一般に用いられている誤り訂正符号化、インターリーブ、サブキャリアの周波数間隔を変えずに、シンボル長を想定されるマルチパス波の遅延時間を考慮して定められるガードインターバル分だけ長くするガードインターバル付加、帯域制限フィルタ等を省略して示している。

【0 0 1 8】次に、図1(b)に示す本発明にかかるマルチキャリア通信装置の受信機について説明する。図1(b)に示す受信機において、受信信号1 0 8はRF部1 0 9においてベースバンド信号に変換される。このベースバンド信号はシリアル/パラレル変換部1 1 0に供給され、シリアル/パラレル変換部1 1 0において1バースト分の受信信号毎にパラレル信号に変換されて、高速フーリエ変換部(FFT)1 1 1に供給される。FFT1 1 1では、供給されたパラレル信号が周波数軸上の信号になるよう変換される。すなわち、FFT1 1 1からは雑音を含む周波数軸上のサブキャリア信号が出力されるようになる。

【0 0 1 9】FFT1 1 1の出力は情報信号復調部1 1 2に供給され、使用された本数のサブキャリアが選択される。そして、選択されたサブキャリアからなる組み合わせパターンが検出されることにより、検出されたサブキャリアの組み合わせパターンに対応する $m$ ビットの情報信号が復調される。さらに、選択されたサブキャリアのそれぞれが、例えばQPSK復調されて $k$ ビットの情報信号が復調される。ここで、サブキャリアの選択方法の一例を説明すると、雑音を含む周波数軸上のサブキャリア信号をその電力の大きい順に並べ、電力の大きいものから予め定められている使用されたサブキャリアの数だけ選択すればよい。復調された $n$ ( $=m+k$ )ビットの情報信号は、パラレル/シリアル変換部1 1 3に供給されて $n$ ビットのシリアルとされた情報信号1 1 4とされる。なお、図1(b)に示す受信機のブロック図では、通常の

マルチキャリア通信用受信機で用いられる同期部、フィルタ等は省略して示している。このように、本発明の第1の実施の形態に係るマルチキャリア通信装置は、サブキャリアの組合せを利用していることから、その通信方式をサブキャリア組合せ方式と云うことができる。

【0 0 2 0】次に、図1(a)に示す送信機における送信信号生成部1 0 3の構成を図2にブロック図で示す。図2においては、一例として送信信号生成部1 0 3に入力されたシリアル/パラレル変換部1 0 2から出力された $n$ ビットを3 2ビットとして、 $m$ ビットを1 2ビット、 $k$ ビットを2 0ビットとすると共に、サブキャリア自体を変調する変調方式をQPSK変調としている。ただし、本発明のマルチキャリア通信装置は、これに限るものではない。図2において、シリアル/パラレル変換部1 0 2から出力された3 2ビットのパラレル信号は、組合せパターン変換部2 0 1に1 2ビットが振り分けられ、QPSK変調部2 0 3に2 0ビットが振り分けられて供給される。組合せパターン変換部2 0 1においては、供給された1 2ビットのパラレル信号に一意に対応するサブキャリアの組合せパターンを、組合せパターン変換テーブル2 0 2を参照して決定する。ここでは、組合せパターンに使用するサブキャリアの本数は、1 6本のサブキャリアの内の、例えば1 0本を使用するものと予め定められているものとする。

【0 0 2 1】サブキャリアの組合せパターンの組合せ情報は、組合せパターン変換部2 0 1から出力されて変調信号決定部2 0 4に供給される。この組合せ情報は、使用する1 0本のサブキャリアを送信するものとしてそのサブキャリアの送信情報を“1”とし、残る使用しない6本のサブキャリアを送信しないものとしてそのサブキャリアの送信情報を“0”とする情報とされる。一方、QPSK変調部2 0 3に供給された2 0ビットのパラレル信号は、2ビットずつの1 0組に区切られて、それぞれの組における2ビットの信号から同相成分(I)と直交成分(Q)とからなる位相情報が1 0組生成されて出力される。この1 0組の位相情報を用いて、使用される1 0本のサブキャリアのそれぞれがQPSK変調されることになる。すなわち、QPSK変調部2 0 3から出力された1 0組の位相情報は、変調信号決定部2 0 4に供給されて、組合せパターン変換部2 0 1から供給された送信される1 0本のサブキャリアのそれぞれの位相情報とされる。これにより、変調信号決定部2 0 4から1 6本のサブキャリアf 1 ~ f 1 6のそれぞれの振幅情報および位相情報が出力され、これらの情報がIFFT1 0 4に供給されるようになる。この場合、使用されない6本のサブキャリアの振幅情報は“0”とされる。

【0 0 2 2】次に、図1(b)に示す受信機における情報信号復調部1 1 2の構成を図3にブロック図で示す。図3においては、一例として情報信号復調部1 1 2から出力される $n$ ビットを3 2ビットとして、 $m$ ビットを1

2ビット、kビットを20ビットとすると共に、サブキャリア自体を変調している変調方式がQPSK変調とされているものとしている。ただし、本発明のマルチキャリア通信装置は、これに限るものではない。FFT111から出力された雑音を含む周波数軸上のサブキャリア信号は、サブキャリア電力測定部301において、各サブキャリアの電力が測定され電力の大きい順に並べられる。

【0023】電力の大きい順に並べられたサブキャリア信号は、組合せパターン検出部302に供給され、電力の大きいものから予め定められている使用されたサブキャリアの数、例えば10本のサブキャリアだけ選択される。この選択された10本のサブキャリア信号はQPSK復調部305に出力される。また、選択された10本のサブキャリアが、16本のサブキャリア $f_1 \sim f_{16}$ の内のいずれの10本のサブキャリアであるかを示す組合せ情報が、組合せパターン逆変換部303に供給される。そして、供給された10本のサブキャリア信号をそれぞれ復調することにより、20ビットの復調信号がQPSK復調部305から得られる。さらに、組合せパターン逆変換テーブル304を検索することにより、供給された10本のサブキャリアの組合せ情報からなる組み合わせパターンに該当する12ビットの情報信号が得られ、この情報信号を、組合せパターン逆変換部303から12ビットの復調信号として出力する。このようにして得られた $20 + 12 = 32$ ビットの復調信号は、パラレル/シリアル変換部113に供給されるようになる。

【0024】ここで、16本のサブキャリアの内の10本のサブキャリアを使用した際に、送信機から送信される送信信号107のスペクトルは、例えば図4に示ようになる。図4に示すスペクトルの例では、10本のサブキャリア $f_1, f_2, f_4, f_6, f_8, f_9, f_{11}, f_{12}, f_{13}, f_{16}$ の組み合わせパターンとされているが、サブキャリアの組み合わせパターンは送信機に入力される情報信号101の内容に応じて変化する。この場合の伝送速度を計算すると、16本のサブキャリアの中から10本のサブキャリアを選択する組合せパターン数は、 ${}_{16}C_{10} = 8008$ 通りとなる。 $2^{12} = 4096$ であるから、この組合せパターンで表すことのできる情報ビット数は12ビットとなる。そして使用する10本のサブキャリアに対してそれぞれQPSK変調を施すため、その変調に使用される情報ビット数は $10 \times 2 = 20$ ビットとなる。したがって、図3に示すように合計32ビットを1バーストで送信できることになる。すなわち、伝送速度は32 [bit/burst] となる。

【0025】ところで、従来のOFDM方式において16本のサブキャリアを使用する際の伝送速度は、前記した図7に示すようにそれぞれのサブキャリアにQPSK変調を施した場合、 $16 \times 2 = 32$  [bit/burst] となる。この伝送速度は、上記した本発明のマルチキャリア

通信装置と同等である。しかしながら、本発明のマルチキャリア通信装置においては、使用するサブキャリア数は10本とされており、送信するサブキャリア数は低減されている。このようにサブキャリア数を低減したにもかかわらず、本発明のマルチキャリア通信装置においては、1バースト当たりの送信ビット数を従来と同様とすることが可能となる。ただし、伝送速度は同様であっても、送信するサブキャリア数を低減したことにより、最大対平均電力比(PAPR)を向上することができると共に、送信電力を抑制することも可能となる。しかも、使用するサブキャリア数を少なくするほど1ビット当たりのエネルギーが少なくてすむため、1ビット当たりのエネルギーに対するビット誤り率特性を向上することができる。

【0026】ところで、使用するサブキャリアの数を変えて16本のサブキャリアの内の8本のサブキャリアを使用した際における、本発明のマルチキャリア通信装置の伝送速度を計算してみる。16本のサブキャリアの中から8本のサブキャリアを選択する組合せパターン数は、 ${}_{16}C_8 = 12870$ 通りとなる。 $2^{13} = 8192$ であるから、この組合せパターンで表すことのできる情報ビット数は13ビットとなる。そして使用する8本のサブキャリアに対してそれぞれQPSK変調を施すと、その変調による情報ビット数は $8 \times 2 = 16$ ビットとなる。したがって合計29ビットを1バーストで送信できることになる。すなわち、伝送速度は29 [bit/burst] となり10本のサブキャリアを使用する場合よりも伝送速度は低下する。しかし、送信するサブキャリア数が低減されたことにより、最大対平均電力比(PAPR)をより向上することができると共に、送信電力を抑制することも可能となる。しかも、使用するサブキャリア数を少なくするほど1ビット当たりのエネルギーが少なくてすむため、1ビット当たりのエネルギーに対するビット誤り率特性をより向上することができる。

【0027】さらに、16本のサブキャリアの内の12本のサブキャリアを使用した際における、本発明のマルチキャリア通信装置の伝送速度を計算してみる。16本のサブキャリアの中から12本のサブキャリアを選択する組合せパターン数は、 ${}_{16}C_{12} = 1820$ 通りとなる。 $2^{10} = 1024$ であるから、この組合せパターンで表すことのできる情報ビット数は10ビットとなる。そして使用する12本のサブキャリアに対してそれぞれQPSK変調を施すと、その変調による情報ビット数は $12 \times 2 = 24$ ビットとなる。したがって合計34ビットを1バーストで送信できることになる。すなわち、伝送速度は34 [bit/burst] となり10本のサブキャリアを使用する場合よりも伝送速度を高速にすることができる。

【0028】このように使用するサブキャリアの本数を変更することにより、伝送速度を変更することができ



る。特に、使用するサブキャリア数を少なくするほど1ビット当たりのエネルギーが少なくてすむため、1ビット当たりのエネルギーに対するビット誤り率特性は向上する。これを利用することにより、伝搬路状況が悪いときには使用するサブキャリア数を減らして通信特性を向上させる適応変調や、送信する情報の種類に応じて伝送速度を可変することが可能となる。すなわち、送信情報量が多く伝送速度を高速にしたい場合は、使用するサブキャリアの本数を多くすればよい。また、逆に送信する情報の種類若しくは伝搬環境に応じて、高品質の伝送を行いたい場合は、使用するサブキャリアの本数を少なくすればよい。

【0029】このような可変伝送速度のマルチキャリア通信装置とするには、図1(a)に示す送信機において、使用するサブキャリア数を変更する図示しない伝送速度変更部を設けて、伝送速度変更部の制御の基で、シリアル/パラレル変換部102においてパラレル変換されるビット数を1バーストで伝送できるビット数に設定する。さらに、シリアル/パラレル変換部102の出力を、使用するサブキャリア数に応じたビット数ずつ振り分けて、組み合わせパターン変換部201とQPSK変調部203に供給するようにする。これにより、可変伝送速度のマルチキャリア通信装置とすることができる。また、送信機における組み合わせパターン変換テーブル202および受信機における組み合わせパターン逆変換テーブル304には、予め使用されるサブキャリア数別の組み合わせパターン変換テーブルを用意しておく。

【0030】さらに、受信機において可変伝送速度で伝送された情報を復調するために、送信機において図示しない伝送速度情報送出部から伝送速度を指示する情報を送信情報の伝送に先立って伝送するようにする。あるいは特定のサブキャリアを使用して伝送速度を指示する情報を送るようにしてもよい。この伝送速度を指示する情報としては、使用するサブキャリアの本数情報とされる。受信機において、この伝送速度を指示する情報を受け取ると、使用されるサブキャリアの本数情報を抽出して、受信機の組み合わせパターン検出部302に使用されるサブキャリアの本数を設定する。これにより、受信機の組み合わせパターン検出部302は、指示された本数のサブキャリア信号を選択してQPSK復調部305に出力すると共に、その組み合わせ情報を組み合わせパターン逆変換部303に供給する。これにより、QPSK復調部305と組み合わせパターン逆変換部303において、使用されるサブキャリア数に応じた所定のビット数の復調信号を得ることができる。なお、伝送速度を可変しない場合は、使用されるサブキャリアの本数は固定とされるので、この場合は、使用されるサブキャリアの本数を予め定めておいて伝送速度を指示する信号を伝送しないようにする。

【0031】このように、可変伝送速度のマルチキャリア通信装置としても、本発明のマルチキャリア通信装置

ではサブキャリア自体の変調方式は変更しないことから、伝送速度毎に変調器の構成を変更する必要がない。このため、伝送速度の変更が容易に行えるようになる。よってマルチメディア通信で必要となる可変伝送速度のマルチキャリア通信装置を容易に実現することができる。なお、従来のマルチキャリア通信装置において可変伝送速度とするためには、マルチキャリア自体に施している変調方式を変更する必要がある。例えば、QPSK変調方式を8PSK変調方式に変更すれば、1バースト当たりの送信ビット数を3/2倍に変更でき、QPSK変調方式をBPSK変調方式に変更すれば、1バースト当たりの送信ビット数を1/2倍に変更することができる。しかしながら、変調方式に応じた変調器が必要となるため、伝送速度を変更する毎に異なる変調器に交換する必要が生じる。このように、従来のマルチキャリア通信装置では、伝送速度毎に構成を変更しなければならないことから、構成が複雑となり伝送速度を容易に変更することができなかった。

【0032】また、本発明のマルチキャリア通信装置においては、サブキャリアの組合せによる変調と、サブキャリア自体の変調との2種類の通信路符号化を行っている。この2つの符号化の誤り率特性は異なるようになるため、この性質を利用し、入力される異なる情報の重要度によって2つの符号化のどちらに割り振るかを決定することで、伝送特性の向上を図ることが可能となる。この場合、サブキャリアの組合せパターンによる通信路符号化の誤り率は、使用されるサブキャリアの本数等により異なるようになり、サブキャリア自体を変調する通信路符号化の誤り率は、変調方式の多値数等により異なるようになるので、その設定の仕方によりどちらの誤り率が優れてるかが決まるようになる。このように、一義的に誤り率が優れてる通信路符号化を決められないため、送信する異なる情報の内の重要度の高い情報を、優れた誤り率となるよう設定された通信路符号化を行う側に振り分けて送信するようにする。

【0033】以上説明した図1に示す本発明のマルチキャリア通信装置はOFDM方式としたので、複数のサブキャリアは互いに直交する周波数とされているが、本発明のマルチキャリア通信装置においては、複数のサブキャリアが互いに直交している必要はない。複数のサブキャリアが互いに直交していなくとも、上記した作用を奏することができる。

【0034】本発明のマルチキャリア通信装置をMC-CDMA方式に適用した第2の実施の形態について添付した図5、図6を参照して説明する。図5(a)に、本発明の第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置の送信機の構成を示し、図5(b)に、本発明の第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置の受信機の構成を示す。図5(a)に示す送信機において、供給された情報信号501は“0”、“1”の1ビットの情

報列とされている。本発明の第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置で送信される1バースト分の情報信号をnビットとすると、情報信号501は1バースト分の情報信号であるnビット毎に、シリアル/パラレル変換部502で並列に変換され、nビットのパラレル信号が送信信号生成部503に供給される。送信信号生成部503において、nビットのパラレル信号を1つ以上のサブキャリアからなる組合せパターンに用いられるmビットの情報と、サブキャリア自体を変調するkビットの情報に分けられる。

【0035】送信信号生成部503では、組合せパターンに用いられるmビットの情報に基づいて1つ以上のサブキャリアからなる組合せパターンが決定されて、決定された組合せパターンにおけるサブキャリアの組合せ情報が出力される。このサブキャリアの組合せ情報は、定められた本数のサブキャリアの内の使用するサブキャリアの本数と、いずれの周波数のサブキャリアを使用するかの情報からなっている。さらに、決定された組合せパターンにおけるサブキャリアの各々のサブキャリアに対してサブキャリア自体が変調される。使用される全てのサブキャリアを変調する総ビット数がkビットとなる。各々のサブキャリアを変調する変調方式を例えばBPSK変調とすると、サブキャリア自体を変調する情報ビット数は使用するサブキャリア数と同数となり、例えばQPSK変調とすると、サブキャリア自体を変調する情報ビット数は使用するサブキャリア数の2倍となる。以上の手順により、送信信号生成部503において、nビットの情報信号501は、使用するサブキャリアとその振幅および位相情報に変調されて、送信信号生成部503からは、複数のサブキャリアの振幅情報とその位相情報とが出力されるようになる。

【0036】送信信号生成部503から出力された振幅情報と位相情報とを含む複数のサブキャリアは、直接拡散部504に供給されて拡散符号によりスペクトル拡散される。次いで、直接拡散部504から出力された拡散されたサブキャリア信号は、逆高速フーリエ変換部(IFFT)505において時間軸上の信号に変換され、さらにパラレル/シリアル変換部506においてシリアル信号に変換される。これにより拡散されたマルチキャリアのベースバンド信号が生成される。このベースバンド信号は、RF部507において高周波の搬送周波数信号に乘せられて送信信号508となる。この送信信号508のスペクトルは、例えば図6に示すようになる。なお、図5(a)に示す送信機のブロック図においては簡略化のため、通常のマルチキャリア送信機で一般に用いられている誤り訂正符号化、インターリーブ、サブキャリアの周波数間隔を変えずに、シンボル長を想定されるマルチパス波の遅延時間を考慮して定められるガードインターバル分だけ長くするガードインターバル付加、帯域制限フィルタ等を省略して示している。

【0037】次に、図5(b)に示す本発明の第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置の受信機について説明する。図5(b)に示すように、受信信号509はRF部510においてベースバンド信号に変換される。このベースバンド信号はシリアル/パラレル変換部511に供給され、シリアル/パラレル変換部511において1バースト分の受信信号毎にパラレル信号に変換されて、高速フーリエ変換部(FFT)512に供給される。FFT512では、供給されたパラレル信号が周波数軸上の信号になるよう変換される。すなわち、FFT512からは雑音を含む周波数軸上の拡散されたサブキャリア信号が出力されるようになる。

【0038】FFT512の出力は逆拡散部513に供給され、送信機における拡散符号と同様の拡散符号により逆拡散される。逆拡散部513により逆拡散されたサブキャリア信号は情報信号復調部514に供給され、使用された本数のサブキャリアが選択される。そして、選択されたサブキャリアの周波数から、その組合せパターンが検出され、検出されたサブキャリアの組合せパターンに対応するmビットの情報信号が復調される。さらに、選択されたサブキャリアのそれぞれが、例えばQPSK復調されてkビットの情報信号が復調される。ここで、サブキャリアの選択方法としては、前述したように、雑音を含む周波数軸上のサブキャリア信号をその電力の大きい順に並べ、電力の大きいものから予め定められている使用されたサブキャリアの数だけ選択すればよい。復調されたn(=m+k)ビットの情報信号は、パラレル/シリアル変換部515に供給されてnビットのシリアルとされた情報信号516とされる。なお、図5(b)に示す受信機のブロック図では、通常のマルチキャリア通信用受信機で用いられる同期部、フィルタ等は省略して示している。このように、本発明の第2の実施の形態に係るマルチキャリア通信装置は、サブキャリアの組合せを利用していることから、その通信方式をサブキャリア組合せ型マルチキャリアCDMA方式と云うことができる。

【0039】以上説明した本発明の第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置は、多元接続を前提としている。すなわち、図6に示すように各ユーザに対して互いに直交する固有の拡散符号を割り当てるようにして、多元接続を可能としている。すなわち、ユーザ1には第1の拡散符号#1を割り当て、ユーザ2には第2の拡散符号#2を割り当て、ユーザ3には第3の拡散符号#3を割り当てている。この拡散符号#1~拡散符号#3は互いに直交する拡散符号とされている。この場合、各ユーザに割り当てた拡散符号が、通信路上において直交していれば各ユーザの他局間干渉は生じないが、無線通信の上り回線でランダムアクセスするような場合には各ユーザで同期をとることが難しいため、通常は各ユーザ間に他局間干渉が生じる。この干渉量は一般的にユー

ザ数が増加するほど大きくなる。従来のMC-CDMA方式では、前記した図8に示すように割り当てられたすべてのサブキャリアを使用しているため、すべてのサブキャリア（図8においては、 $f_1 \sim f_8$ のサブキャリア）に対して他局間干渉が発生することになる。

【0040】しかしながら、本発明の第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置では、図6に示すように複数のサブキャリアのうち使用される一部のサブキャリアだけを拡散して送信している。どのサブキャリアを使用するかは送信情報によって決定されるため、送信情報がランダムなものであれば、使用するサブキャリアの組合せもランダムになる。このように、各ユーザ間の送信情報に規則性がなければ各ユーザのサブキャリアの組合せパターンもランダムになるため、図6に示すように干渉するサブキャリアの数は少なくなる。したがって、本発明の第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置では、拡散されたサブキャリア数を抑えることができることから、他局間干渉を他局の送信信号のレプリカを作成して除去する複雑な構成のキャンセラを用いなくとも他局間干渉を低減することが可能となる。

【0041】また、上記した本発明の第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置においても、使用するサブキャリアの本数を変更することにより、伝送速度を変更することができる。特に、使用するサブキャリア数を少なくするほど1ビット当たりのエネルギーが少なくてすむため、1ビット当たりのエネルギーに対するビット誤り率特性は向上する。これを利用することにより、伝搬路状況が悪いときには使用するサブキャリア数を減らして通信特性を向上させる適応変調や、送信する情報の種類に応じて伝送速度を可変することが可能となる。

【0042】このような可変伝送速度のマルチキャリア通信装置とするには、前述した本発明の第1の実施の形態における送信機と受信機のように、送信機に伝送速度変更部および伝送速度情報送出部を設けると共に、送信機における組合せパターン変換テーブルおよび受信機における組合せパターン逆変換テーブルには、予め使用されるサブキャリア数別の組合せパターン変換テーブルを用意しておけばよい。さらに、受信機においては、受信した伝送速度を指示する情報から使用されるサブキャリアの本数情報を抽出して、情報信号復調部514に使用されるサブキャリアの本数を設定する。これにより、受信機の情報信号復調部514から、使用されるサブキャリア数に応じた所定のビット数の復調信号を得ることができる。このように、第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置を可変伝送速度としても、伝送速度毎に変調器を交換する必要がないため、伝送速度の変更が容易となる。よってマルチメディア通信で必要となる可変伝送速度伝送を容易に実現することができる。

【0043】ところで、第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置において、マルチキャリア自体に施

している変調方式を変更すれば伝送速度を変更することができる。例えば、QPSK変調方式を8PSK変調方式に変更すれば、1バースト当たりの送信ビット数を3/2倍に変更でき、QPSK変調方式をBPSK変調方式に変更すれば、1バースト当たりの送信ビット数を1/2倍に変更することができる。しかしながら、第2の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置において変調方式を8PSK以上の多値変調方式とすると、拡散された送信信号508の直交性が崩れるようになり、他局間干渉が増大するようになる。これに対して、本発明の第1の実施の形態にかかるマルチキャリア通信装置では、サブキャリアを互いに直交させることにより、BPSK、QPSK、8PSK、16QAM等の多値変調方式としても、サブキャリアの周波数が直交しているため送信信号107の直交性が崩れることがなく、8PSK以上の多値変調方式とすることができる。

【0044】また、本発明の第2の実施の形態のマルチキャリア通信装置においても、サブキャリアの組合せによる変調と、サブキャリア自体の変調との2種類の通信路符号化を行っている。この2つの符号化の誤り率特性は前述したようにその設定により異なるようになるため、この性質を利用し、送信する異なる情報の内の重要度の高い情報を、優れた誤り率と設定された通信路符号化を行う側に振り分けて伝送する。これにより、情報の重要度に応じた伝送特性の向上を図ることが可能となる。

【0045】なお、上記した本発明のマルチキャリア通信装置においては、使用するサブキャリアの数を制限することにより、隣り合うサブキャリアの間隔が広くなる場合が多くなり、サブキャリア間のフェージング相関を小さくすることができる。更に、使用するサブキャリア自身に振幅変調や位相変調を施すことによって、周波数帯域やサブキャリア数、すなわち電力を維持したままで伝送速度を上げることを可能とすることができる。ただし、本発明のマルチキャリア通信装置においては、サブキャリアの組合せパターンを用いて情報を伝送していることから、サブキャリア自体を変調する際にサブキャリアの振幅がゼロになる変調を行なわないようにしている。

【0046】

【発明の効果】本発明は以上説明したように、サブキャリアの組合せのパターンにより送信情報を伝送するようにしたので、サブキャリア数を抑えることのできるマルチキャリア通信装置とすることができる。そして、サブキャリア数を抑えることができることから、最大対平均電力比(PAPR)を向上することができると共に、通信路や受信機の非線形性の影響による劣化を抑えることができる。さらに、使用するサブキャリア数を少なくするほど1ビット当たりのエネルギーが少なくてすむため、1ビット当たりのエネルギーに対するビット誤り率

特性を向上することができる。

【0047】また、サブキャリアの組合せのパターンで第1の送信情報を伝送できると共に、そのサブキャリアを振幅変調、位相変調等で変調することにより第2の送信情報を伝送することができるため、サブキャリア数を抑えるようにしても伝送速度を向上することができる。この場合、サブキャリアの組合せのパターンによる符号化と、サブキャリアを変調することによる符号化とは独立して行えるため、それぞれ異なる誤り率特性を設定することが可能となる。これにより、送信情報の重要度

に応じて第1の送信情報あるいは第2の送信情報に送信情報を振り分けて、それぞれ異なる符号化を行えるようになる。さらに、サブキャリアを直交配置するようにすると、第2の送信情報によりサブキャリアをQPSK以上の8PSKや16QAM等の多値変調を行っても伝送特性が劣化せず、より伝送速度を向上することができる。

【0048】さらに、送信する情報の種類若しくは伝搬環境に応じて、サブキャリアの組合せのパターンに使用するサブキャリアの数を変更することにより、サブキャリアの組合せのパターン数が変更されるため、伝送速度を可変することができるようになる。さらに、使用しないサブキャリアは送信情報で変調されないため、これによっても伝送速度が変更される。このような伝送速度を可変する構成は、変調器を変更する必要がないため、簡易な構成とすることができる。このため、マルチキャリア通信装置の構成を簡易化することができる。さらにまた、マルチキャリアCDMA方式に対応させた本発明によれば、拡散されたサブキャリア数を抑えることができることから、符号間の相互相関による他局間干渉を軽減

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマルチキャリア通信装置の第1の実施の形態における送信機および受信機の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明のマルチキャリア通信装置の第1の実施の形態における送信機の送信信号生成部の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明のマルチキャリア通信装置の第1の実施の形態における受信機の情報信号復調部の構成を示すブ

ロック図である。

【図4】本発明のマルチキャリア通信装置の第1の実施の形態における送信信号のスペクトルの一例を示す図である。

【図5】本発明のマルチキャリア通信装置の第2の実施の形態における送信機および受信機の構成を示すブロック図である。

【図6】本発明のマルチキャリア通信装置の第2の実施の形態における送信信号のスペクトルの一例を示す図である。

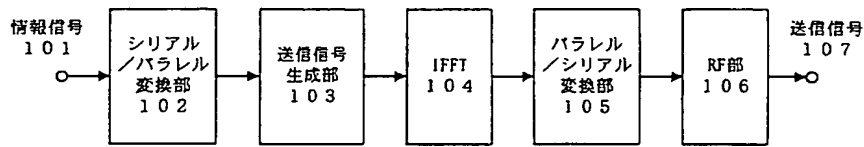
【図7】従来のマルチキャリア方式におけるスペクトルを示す図である。

【図8】従来のマルチキャリアCDMA方式のスペクトルを示す図である。

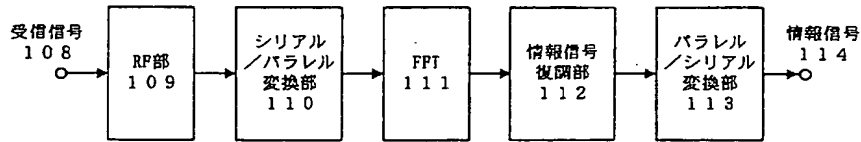
【符号の説明】

101, 501	情報信号
102, 502	シリアル／パラレル変換部
103, 503	送信信号生成部
104, 505	逆高速フーリエ変換部
105, 506	パラレル／シリアル変換部
106, 507	RF部
107, 508	送信信号
108, 509	受信信号
109, 510	RF部
110, 511	シリアル／パラレル変換部
111, 512	高速フーリエ変換部
112, 514	情報信号復調部
113, 515	パラレル／シリアル変換部
114, 516	情報信号
201	組み合わせパターン変換部
202	組み合わせパターン変換テーブル
203	QPSK変調部
204	変調信号決定部
301	サブキャリア電力測定部
302	組み合わせパターン検出部
303	組み合わせパターン逆変換部
304	組み合わせパターン逆変換テーブル
305	QPSK復調部
504	直接拡散部
513	逆拡散部

【図 1】

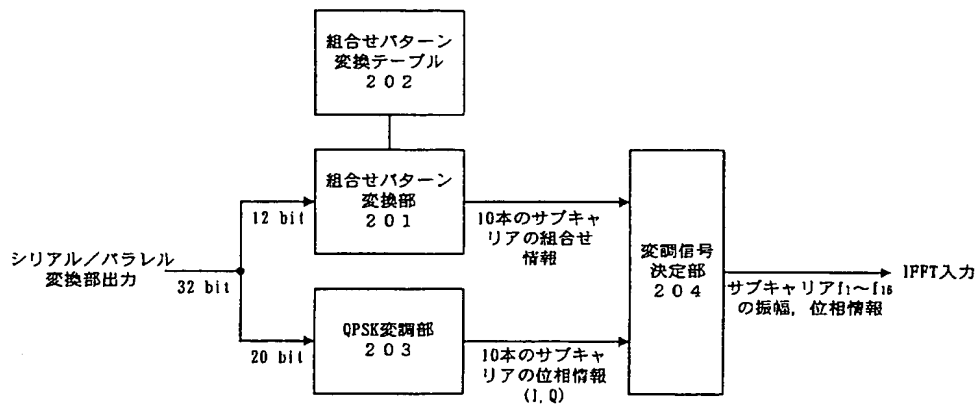


(a) 送信機

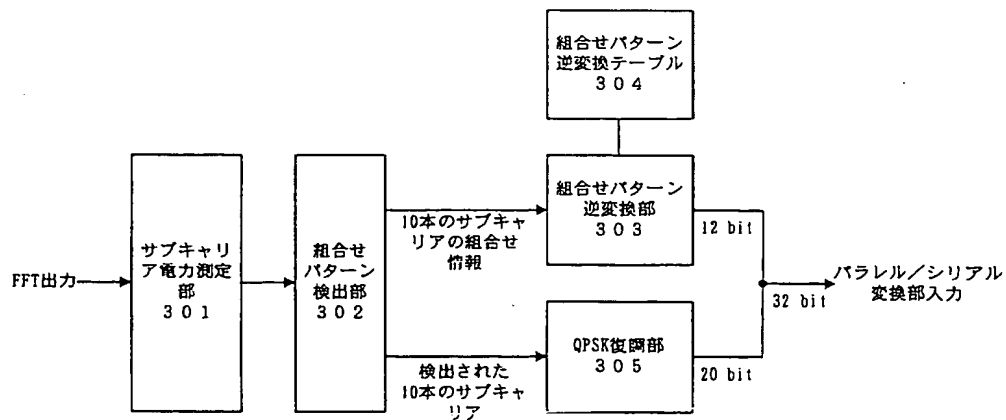


(b) 受信機

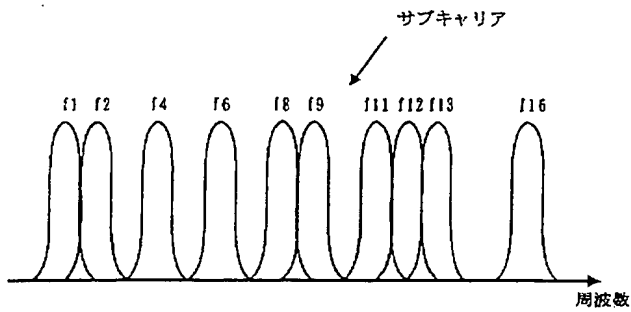
【図 2】



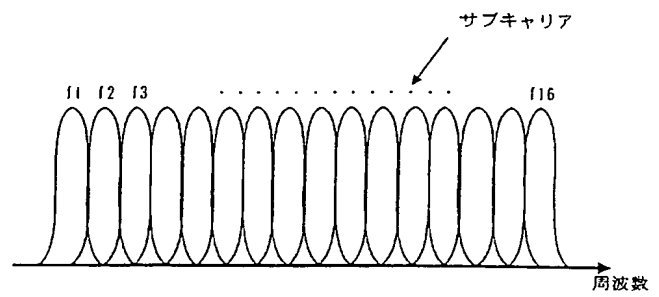
【図 3】



【図4】



【図7】



$$2 \text{ [bit]} \times 16 \text{ [carrier]} = 32 \text{ [bit/burst]}$$

従来のマルチキャリア方式 (QPSK変調)

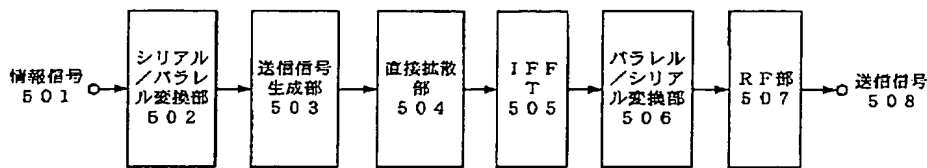
$$16C_{10} = 8008 \text{ [pattern]} = 12 \text{ [bit]}$$

$$2 \text{ [bit]} \times 10 \text{ [carrier]} = 20 \text{ [bit/burst]}$$

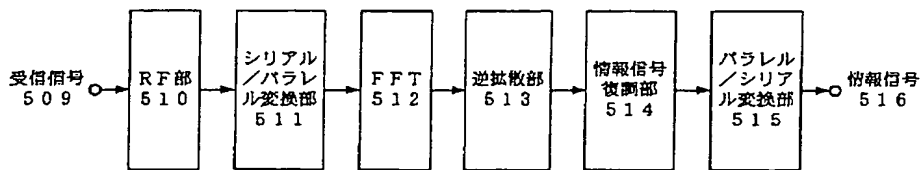
$$12 + 20 = 32 \text{ [bit/burst]}$$

サブキャリア組合せ方式 (QPSK変調)

【図5】

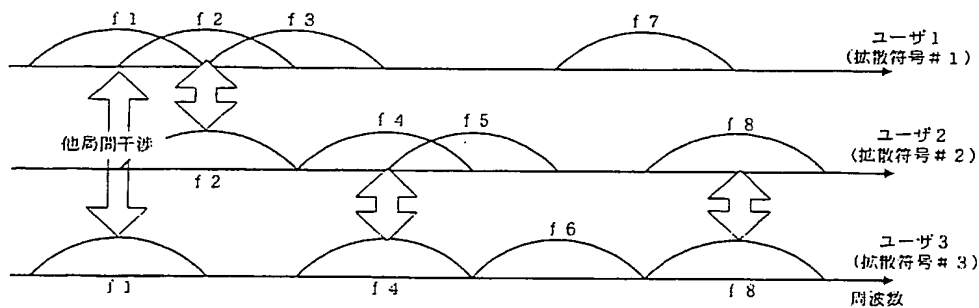


(a) 送信機



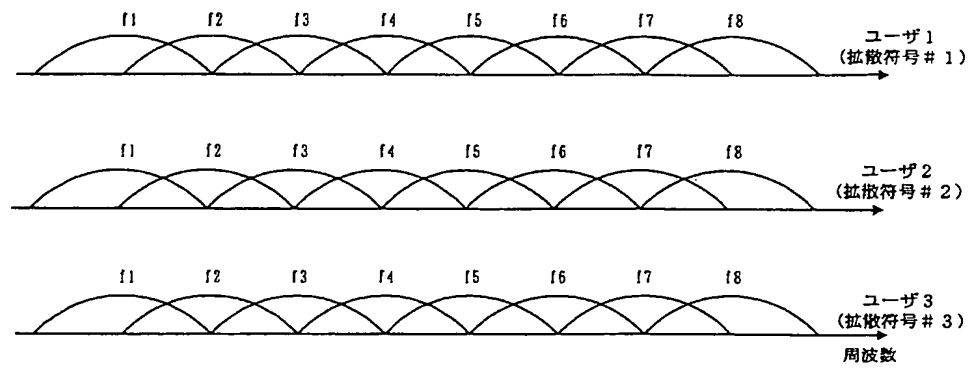
(b) 受信機

【図6】



サブキャリア組合せ型マルチキャリアCDMA方式

【図8】



従来のマルチキャリアCDMA方式

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD17 DD23 DD33  
 EE02 EE14 EE22 EE32